

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 05280467  
PUBLICATION DATE : 26-10-93

APPLICATION DATE : 31-03-92  
APPLICATION NUMBER : 04104023

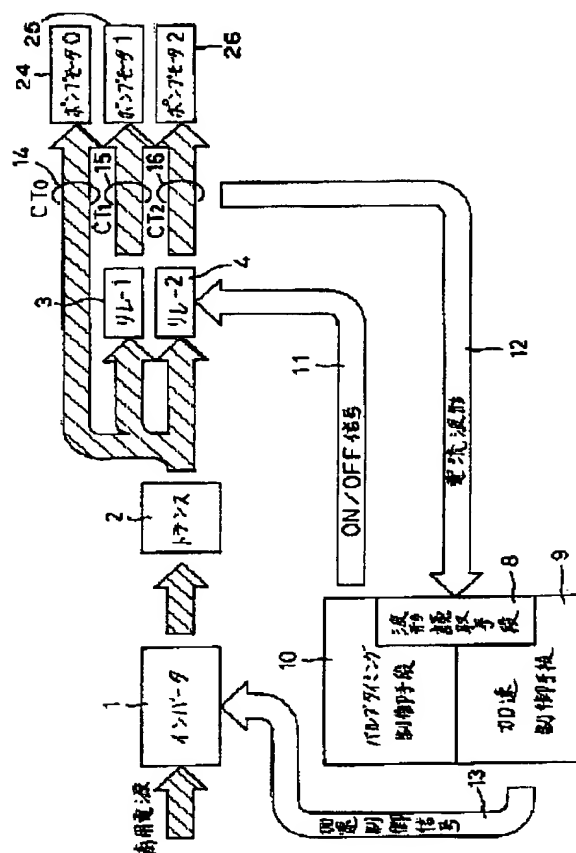
APPLICANT : AISIN SEIKI CO LTD;

INVENTOR : MIURA ATSUYUKI;

INT.CL. : F04B 37/08 F04B 37/16

TITLE : MULTI-CRYOPUMP

BEST AVAILABLE COPY



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To permit the combined control of the cool-down acceleration control and the control for optimizing the valve opening/closing time by reading the completion time point of the acceleration control operation from the electric current wave form supplied to a pump motor, operating a valve timing control means, and supplying the signal into a relay.

**CONSTITUTION:** One motor 24 of three pump motors for cryopumps is connected with a power source through an electric current sensor 14, transformer 2, and an inverter 1, and the rest pump motors 25 and 26 are connected with the electric power source through the opened relays 3 and 4, besides the electric current sensors 15 and 16. The electric current signal 12 supplied from each electric current sensor 14-16 is supplied into an acceleration control means 9, and each pump motor 24-26 is revolved at each high speed by the acceleration control signal 13. After the completion of the high speed revolution control, each electric current signal 12 supplied from the electric current sensor 15-16 is switching-supplied into a valve timing control means 10, and the ON/OFF signal for each relay 3, 4 can be supplied. Accordingly, the dispersion of the refrigeration faculty can be suppressed to the min., and the cool-down time can be shortened drastically.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-280467

(43) 公開日 平成5年(1993)10月26日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
F 0 4 B 37/08  
37/16

識別記号 庁内整理番号  
6907-3H  
A 6907-3H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21) 出願番号 特願平4-104023

(22) 出願日 平成4年(1992)3月31日

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 三浦 篤之

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシン精機株式会社内

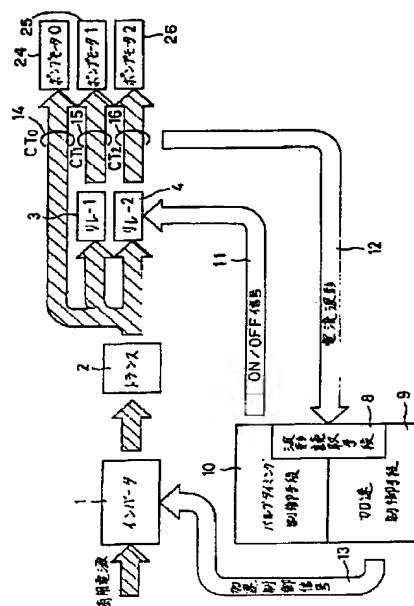
(74) 代理人 弁理士 桑原 英明

(54) 【発明の名称】 マルチクライオポンプ

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 マルチクライオポンプにおいて、クールダウン加速制御と、極低温後到達後のポンプユニット間のバルブ開閉タイミングを適正する制御とを組合せること。

【構成】 加速制御操作の終了時点をポンプ駆動モータへの電流波形で読みとり、バルブタイミング制御手段を動作させ、該手段の信号(前述電流波形による)を作動ガスの吸排気用バルブのリレーに供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動ポンプモータによって往復動するピストンの動きに応じて吸排気される一台の圧縮機からの作動ガスを該ピストンにより画定されるシリンダ内の室で断熱膨張させ極低温を発生させるマルチクライオポンプにおいて、少くとも3個のクライオポンプ用のポンプモータの一つを電源に電流センサー、トランスおよびインバータを介して接続し、残りのポンプモータを電源に電流センサー、作動ガスの吸排気用バルブの開閉リレー、トランスおよびインバータを介して接続し、各電流センサーからの電流信号を波形読取手段を介して加速制御手段に供給し、該加速制御手段からの加速制御信号をインバータに送り各ポンプモータを高速回転させ、該ポンプモータの高速回転制御終了後電流センサーからの電流信号を波形読取手段を介してパルスタイミング制御手段に切換え供給し、各リレーへのオン・オフ信号を供給可能にしたことを特徴とするマルチクライオポンプ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】 本発明は、ポンプモータの高速回転制御に連続させて作動ガスの吸排気用バルブの開閉を適正化制御を行なうマルチクライオポンプに関する。

【0002】 特開平3-15677号公報に開示される如く、マルチクライオポンプは公知である。その公知例を、図7と図8に示して、基本構成を説明する。

【0003】 図7及び図8は、3つのクライオポンプP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>及びP<sub>3</sub>を1つの圧縮機40で作動させた例を示す。図7において、クライオポンプP<sub>1</sub>を代表して示すように、各クライオポンプは、内部の作動ガスを断熱膨張させ冷凍を得る膨張シリンダ30と、該膨張シリンダ30内を往復摺動する膨張ピストン31と、該膨張ピストン31を駆動する電動モータ24、25、26、膨張シリンダ30と圧縮機40との間に介装されて作動ガスを熱交換する蓄冷器32と、膨張ピストン31の往復動に応じて作動し圧縮機40の吐出口を蓄冷器32に連通する高圧弁（バルブ）33と、膨張ピストン31の往復動に応じて作動し圧縮機40の吸入口を蓄冷器32に連通する低圧弁34（バルブ）34とからなっている。

【0004】 かかる構成のクライオポンプP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>においては、電動モータ24、25、26が回転し、膨張ピストン31が上死点から下死点に向けて移動し始めると、高圧弁33が開弁し、圧縮機40からの作動ガスが蓄冷器32にて熱交換されて、冷却された作動ガスが膨張シリンダ30内に導入される。その後、所定のタイミングにより高圧弁33は閉じられ且つ低圧弁34が開かれることにより、作動ガスは圧縮機40に吸引され、この時膨張シリンダ30内の空間（膨張空間）の容積が増加し、該膨張空間が断熱膨張して極低温が発生する。膨張ピストン31が下降する時には、所定タイミングにより高圧弁33が開き且つ低圧弁34が閉じられることにより、作動ガスが膨張空間に供給される。この

とき、作動ガスは膨張空間に入る前に蓄冷器32にてそこに蓄えられている冷気と熱交換する。

【0005】 図8において、圧縮機40は上述したように3つのクライオポンプP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>に作動ガス管41を介して連通されている。また、圧縮機40は電源線42を介して各クライオポンプP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>の各電動モータ24、25、26に接続されており、該電源線42にはパルスタイミング制御手段10が介装されていると共に、各電動モータ24、25、26への電源線に供給される供給電流を検出する電流センサ14、15、16が介装されている。また、クライオポンプP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>の電動モータ24、25への電源線には本発明における電源開閉手段であるリレー3、4が介装されている。

【0006】 クライオポンプを駆動する電動モータは周波数に同期して一定回転で回転するようにされているが、クライオポンプの各行程によりその1回転中に負荷が変化し、同電動モータに流れる電流もそれに比例して変化する。従って、上記した構成によれば、各クライオポンプを駆動する電動モータへの供給電流を各電流検出手段により検出することができ、供給電流が最大である時にはそのクライオポンプは高圧ガス吸入行程にあることが検出できる。そして、各クライオポンプへの供給電流の最大値が等間隔になるようにバルブ開閉時期制御手段により各電源開閉手段を開閉制御することによって、効率良く均等に圧縮機よりの作動ガスを各クライオポンプに供給することが可能となる。

【0007】 一方、電動モータの回転数増加時に発生する脱調現象を、電動モータに流れる電流を電流検出手段により検出し、該電流の異常変動を加速制御手段で検出することができる。そしてこの脱調現象は、回転数補正手段がインバータへ、電動モータの回転数を異常変動検出時の電動モータの回転数よりも所定量低下させる補正信号を、出力することにより、電動モータを可能な限り高い回転数を保持させつつ、電動モータの駆動の安定化を図り、起動時間（冷却降下時間）の短縮を図ることが成される。

【0008】 前述したいわゆるクールダウン加速手段の一例は、パルスタイミング制御手段10に代えて、電流センサ14、15、16が検出した電流を脱調検出回路（図示なし）に送り、測定電流値に基づき、電流の異常変動を検出して脱調が生じているかを判断し、判定結果（回転数降下信号）をインバータ（図示なし）に出力させる。

【0009】 次に、脱調の原因について簡単に触れる。定常運転作動時、電動モータは50Hz～60Hzの周波数で使用され、その周波数に同期した回転数で回転されるが、周波数を高くしてより高い回転数で回転させると冷却時間が短縮されることが知られている。一方、電動モ

3

ータ24、25、26の回転数を上げると電動モータ24、25、26のコイルの影響で駆動電流が減少し、駆動トルクが減少する。膨張空間が到達温度近傍の極低温に達すると、作動ガスの質量流量が増加して、電流モータ24、25、26の負荷が増大し、回転不良（脱調現象）が生じ、コールドヘッドが基準到達温度（極低温）に達しない。そのため、上記脱調現象が生じない可能な限り高い周波数で電動モータの回転を安定して持続させれば、当該極低温冷凍機の冷却時間の短縮化を図りつつ、基準到達温度に達することが可能となる。このため、前述した如き脱調検出回路とインバータの設置が提案されている。

【0010】

【本発明が解決しようとする課題】本発明は、前述した如く、作動ガスの吸排気用のバルブの開閉タイミングの制御を行なう手段、並びに電動モータの回転不良を未然に防止しつつ高い回転数で電動モータを駆動させる手段は夫々開発されているが、これらを組合せ使用するクライオポンプがない。それ故に、本発明は、前述した従来技術の不具合を解消させることを解決すべき課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、前述した課題を解決するために、基本的には、加速制御終了信号にตอบสนองさせて、バルブ開閉タイミング制御を行なう手段を採用する。具体的には、本発明は、電動ポンプモータによって往復動するピストンの動きに応じて吸排気される一台の圧縮機からの作動ガスを該ピストンにより画定されるシリンダ内の室で断熱膨張させ極低温を発生させるマルチクライオンポンプにおいて、少なくとも3個のクライオポンプ用のポンプモータの一つを電源に電流センサー、トランスおよびインバータを介して接続し、残りのポンプモータを電源に電流センサー、作動ガスの吸排気用バルブの開閉リレー、トランスおよびインバータを介して接続し、各電流センサーからの電流信号を波形読取手段を介して加速制御手段に供給し、該加速制御手段からの加速制御信号をインバータに送り各ポンプモータを高速回転させ、該ポンプモータの高速回転制御終了後電流センサーからの電流信号を波形読取手段を介してバルブタイミング制御手段に切換え供給し、各リレーへのオン・オフ信号を供給可能にしたことを特徴とするマルチクライオポンプを提供する。

【0012】

【実施例】図1は1台の圧縮機ユニット40で3台のポンプユニット24、25、26を駆動するマルチクライオポンプP<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>においてクールダウン時間を短縮するために、ポンプモータ24、25、26を可能な限り高速回転できるような加速制御手段とクールダウン到達後3台のポンプユニットに適正にヘリウムガスを供給できるようにポンプユニット内バルブの開閉を制御

4

するバルブタイミング制御手段（10）を具備したマルチクライオポンプのクールダウン加速方法のブロック図である。図中、斜線矢印はポンプモータ電源を示す。商用電源はインバータ（1）を通り、周波数変換された三相電源は、スコット結線トランス（2）により、シンクロナスモータ駆動可能な二相電源に変換され、3台のポンプモータ中2台のポンプモータ（6、7）へリレー1（3）、リレー2（4）を介し、1台のポンプモータ0（5）へは直接供給される。図1ブロック図の基本動作フローチャートを図2に示す。電源が投入されると加速制御手段が動作開始し、規定時間経過後、加速制御を停止し、バルブタイミング制御を開始する。加速制御を実行する時間は、ポンプユニットがクールダウンを終了する時間に合わせられ、クールダウン後、ポンプユニット間の性能の整合性をとるためにバルブタイミング制御を行い、タイマ回路により規定時間後、制御を終了する。

【0013】図1において、加速制御はポンプモータ24、25、26にそれぞれ連結される電源ラインに設置された電流センサーCT<sub>0</sub>（14）、CT<sub>1</sub>（15）、CT<sub>2</sub>（16）より得られる電流信号を波形読取手段（8）を経由し、加速制御手段（9）を通してインバータ（1）への制御信号（13）を出力する。波形読取手段0（8-0）は、ポンプモータ0（5）へ連結される電源ラインに設置される電流センサーCT<sub>0</sub>（14）から得られる信号を増幅回路（8-0-1）に通し、一方を波形整形回路（8-0-2）に通し駆動パルス（17）とし、もう一方を全波整流回路（8-0-3）に積分回路（8-0-4）を通し、これより先をさらに2系統の信号に分け、一方を波形整形回路（8-0-6）を通してバルブタイミング制御信号0（19）とし、もう一方を増幅回路（8-0-5）にかけて脱調信号0（18）とする。これを同回路で構成される脱調信号およびバルブタイミング信号をポンプ1（25）およびポンプ2（26）についてそれぞれ配置し、波形読取手段1（8-1）および波形読取手段2（8-2）とする。加速制御手段（9）は脱調信号0～2（18、20、22）をそれぞれ2系統に分割し、1系統をインピーダンス変換（18-1、20-1、22-1）、オフセット（18-2、20-2、22-2）し（第1系統）、もう一方を積分（18-3、20-3、22-3）、インピーダンス（18-4、20-4、22-4）変換させ（第2系統）、両者を比較回路（18-5、20-5、22-5）にかける。

【0014】第1系統における波形は、ポンプモータ（5、6、7）の回転に同期した正弦波状の波形であり、オフセット回路（18-2、20-2、22-2）において波形レベルを下げています。第2系統における波形は正弦波状の波形を均一に平均化させています。従ってポンプモータが脱調なく正常に動作している状態におい

ては、第2系統の波形の下に正弦波状の第1系統の波が存在する。ここで、脱調が発生しポンプモータ(5, 6, 7)に流れる電流波形が急な変化を発生すると、第1系統の波は急な変化をするが、第2系統の波形は積分回路(18-3, 20-3, 22-3)を通していため、応答が遅れる。このため、比較回路(18-5, 20-5, 22-5)の2入力レベルが逆転する。この状態を脱調と判断する。このようにして得られる脱調信号を3系統で論理和(9-1)をとり、サンプリング回路(9-2)にかける。サンプリング回路(9-2)は波形読取手段0(8-0)から得られた駆動パルス(17)を分周してクロックとし、インバータ(1)に対し周波数出力信号(13-1)および基準周波数出力信号(13-2)としての信号とする。サンプリング(9-2)出力はカウンタ回路(9-3)で脱調回数をカウントし、D/A回路(9-4)で周波数出力信号に変換する。さらにサンプリング出力(9-2)を信号レベル変換(9-5)し、脱調が発生している間はインバータ(1)に対して基準周波数出力(13-2)信号を供給する。

【0015】図3に加速制御フローチャートを示す。加速制御が開始されると、基準周波数で約30秒間動作する。この期間、比較回路(18-5, 20-5, 22-5)の中では第2系統の立上りが遅いため、第1系統に追いつくまで仮想の脱調状態と判断される。比較回路3系統がすべて仮想脱調状態を脱すると、インバータは最高回転周波数を出力する。ここで脱調が発生すると、周波数を基準周波数に落とし、出力周波数にある量 $\Delta f$ 下げる。この動作を脱調が発生する度に繰返す。そして、ある所定の時間が経過すると、周波数 $f$ を基準周波数に落とし、加速制御を終了する。

【0016】クールダウンが終了し、加速制御からバルブタイミング制御へ移行する時、加速制御手段(9)の機能を停止させる必要がある。このため、駆動パルスを分周回路(17-1)にかけ、さらにもうひとつ分周回路(9-6)にかけて遅延回路(9-7)のクロックとする。この遅延回路のデータ入力ピンを基本周波数出力信号のアクティブレベルに合わせれば、所定の時間(パルス数)経過後は基準周波数でインバータが運転される。逆に加速制御実行時には、バルブタイミング制御は停止させる必要があるため、基準周波数出力信号(13-2)をバルブタイミング制御(10)内に取り込む。

【0017】図6において、バルブタイミング制御は加速制御中に動作しないように基準周波数信号(13-2)をレベル変換(10-1)し、リセット(10-5)をかける。基準周波数出力(13-2)信号がアクティブになり、バルブタイミング制御手段(10)内のICリセット(10-5)が解除されると、波形読取手段0(8-0)、1(8-1)、2(8-2)からバルブタイミング制御信号0、1、2および駆動パルス信号

が処理されはじめる。バルブタイミング制御信号0(19)は3台のポンプ中、基準ポンプとなる。ここに基準ポンプとは、3台のポンプユニット中、2台のポンプユニット(25, 26)のリレー開閉(3, 4)によってバルブタイミング制御を行う場合においてリレー開閉(3, 4)を行わない基準になるポンプと定義する。上述のように基準ポンプに基に所定のバルブ開閉を行うために、バルブタイミング制御信号0(19)を一定時間読込禁止回路(10-2)を通し、波長整形回路(10-6)にかける。一定時間読込禁止回路(10-2)とは、バルブタイミング制御信号(19, 21, 23)に発生した波でポンプモータ1回転中に2つの山が発生する場合があります、そのための誤動作を防止するための回路である。

【0018】次にリレー1(3)、2(4)に連結されるポンプユニット1(25)、2(26)のバルブ開閉時期を所定のタイミングにするために、波長整形回路(10-6)から出力された波(10-7, 10-8)をシフトする。たとえばポンプユニット0(24)に対して、ポンプユニット1(25)を120°、ポンプユニット2(26)を240°遅らせる場合は、1回転で50パルスのモータではポンプユニット1(25)では駆動パルスでシフト量16、ポンプユニット2では32となる。シフトされた波はバルブタイミング制御信号1(21)、2(23)とそれぞれ比較される。ここで不一致であれば、電源遮断回路(10-10, 10-11)が動作し、リレー(3, 4)を励磁する。また、一定時間経過後、バルブタイミング制御を停止させるため駆動パルス(17)をタイマ(10-13)にかけ、一定時間経過後、電源遮断回路(10-11, 10-12)にリセットをかけ、バルブタイミング制御を終了する。

【0019】

【発明の効果】3台マルチで使用した場合、各クライオポンプへ供給されるヘリウムガス量が減少するため、冷凍能力、冷却降下時間に影響がある。本発明によれば、冷凍能力のパラツキを最小限に抑え、クールダウン時間を大幅に短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】マルチクライオポンプの制御システムの説明図である。

【図2】クールダウン加速方法のフローチャート図である。

【図3】加速制御のフローチャート図である。

【図4】ポンプモータ電流波形の読取手段を示す図である。

【図5】加速制御手段を示す図である。

【図6】バルブタイミング制御手段を示す図である。

【図7】従来のポンプの配置を示す図である。

【図8】従来の制御系を示す図である。

(5)

特開平5-280467

7

8

【符号の説明】

- 1 インバータ
- 2 トランス
- 3、4 リレー
- 8 波形読取手段

9 加速制御手段

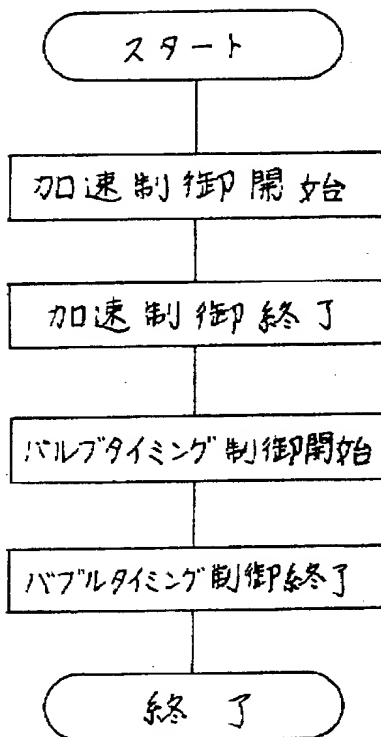
10 バルブタイミング制御手段

24、25、26 電動モータ

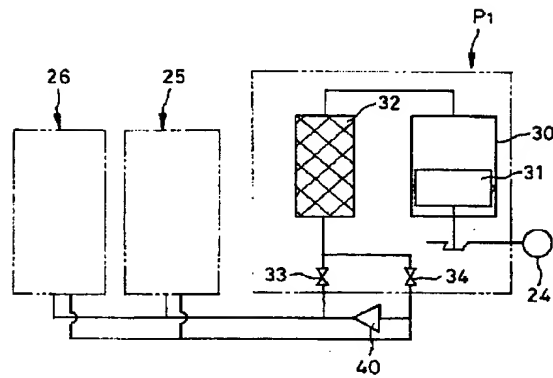
40 圧縮機

P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub> クライオポンプ

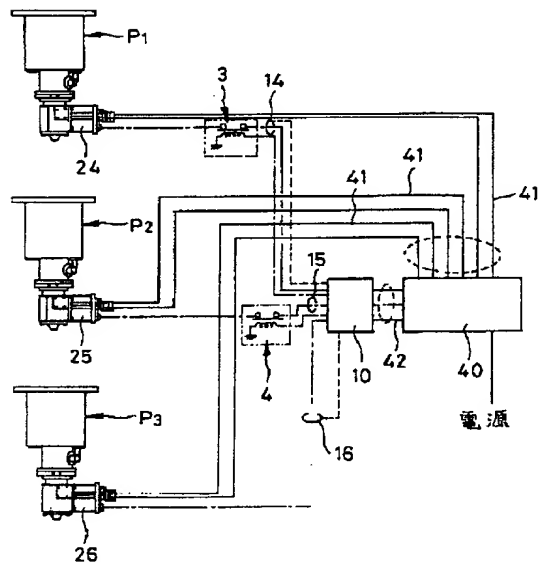
【図2】



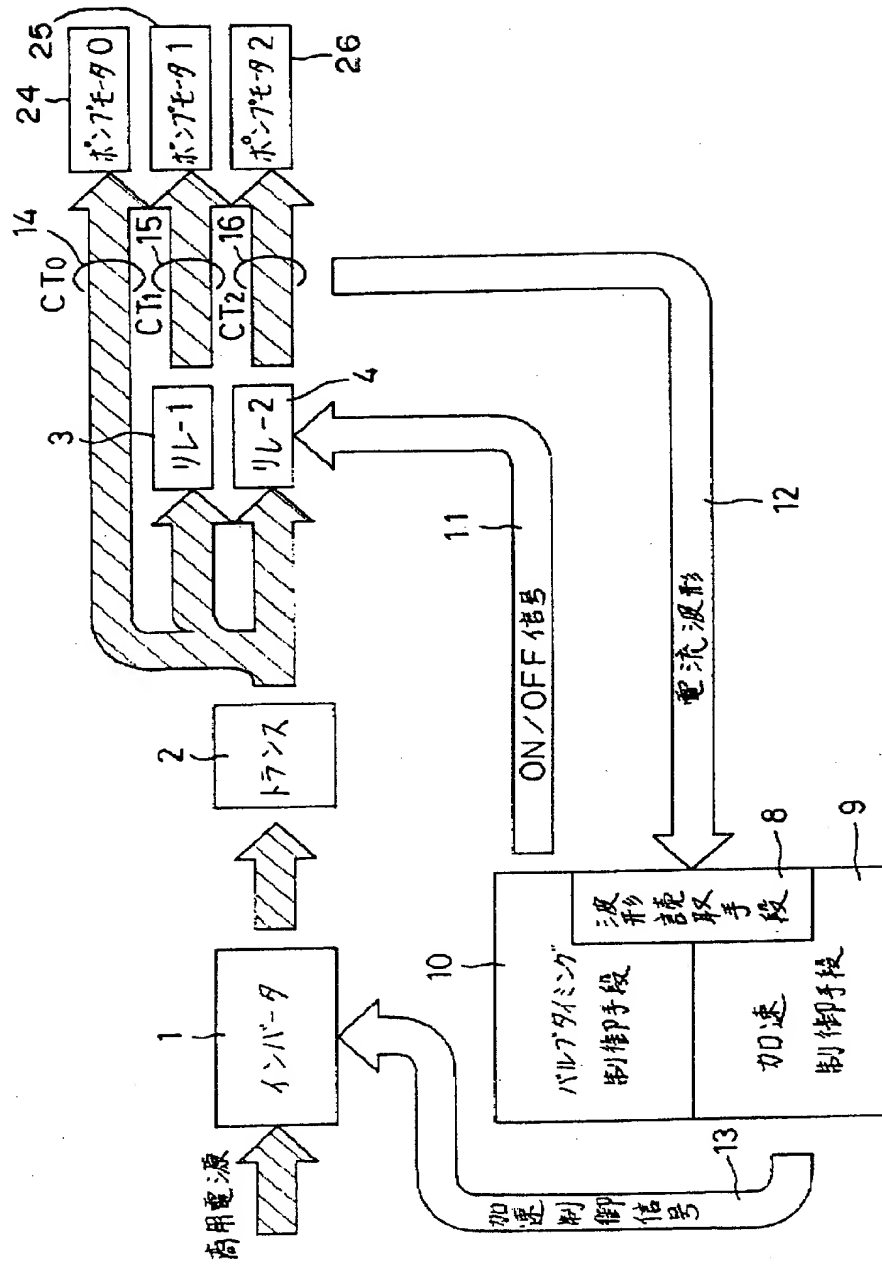
【図7】



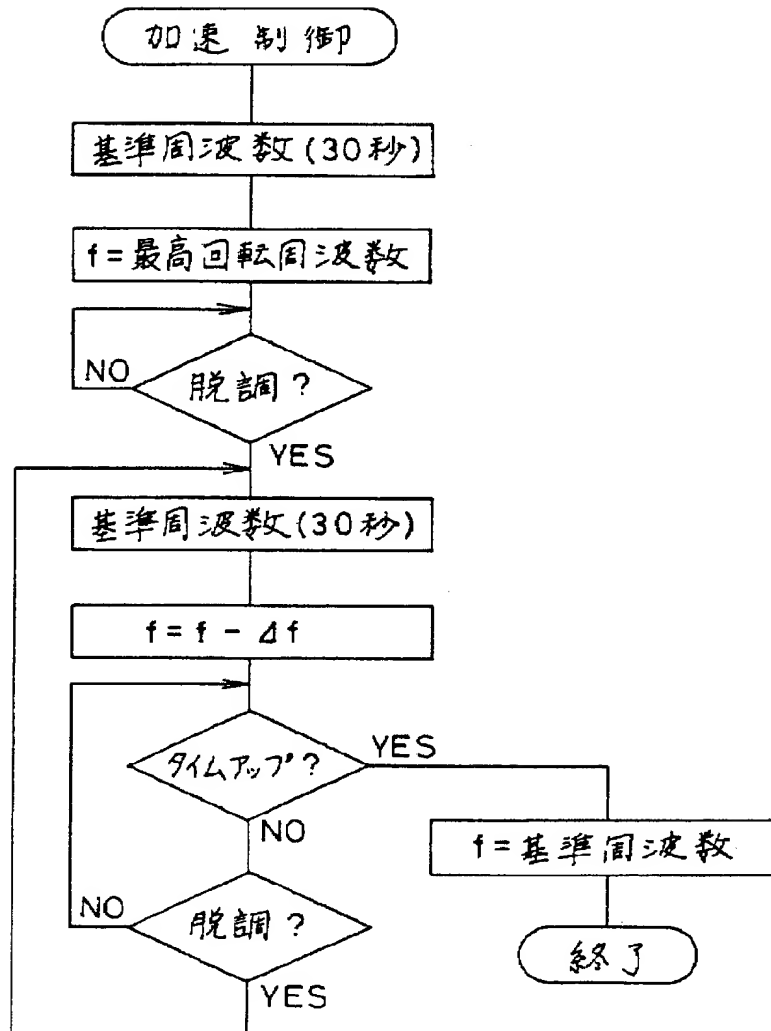
【図8】



【図1】

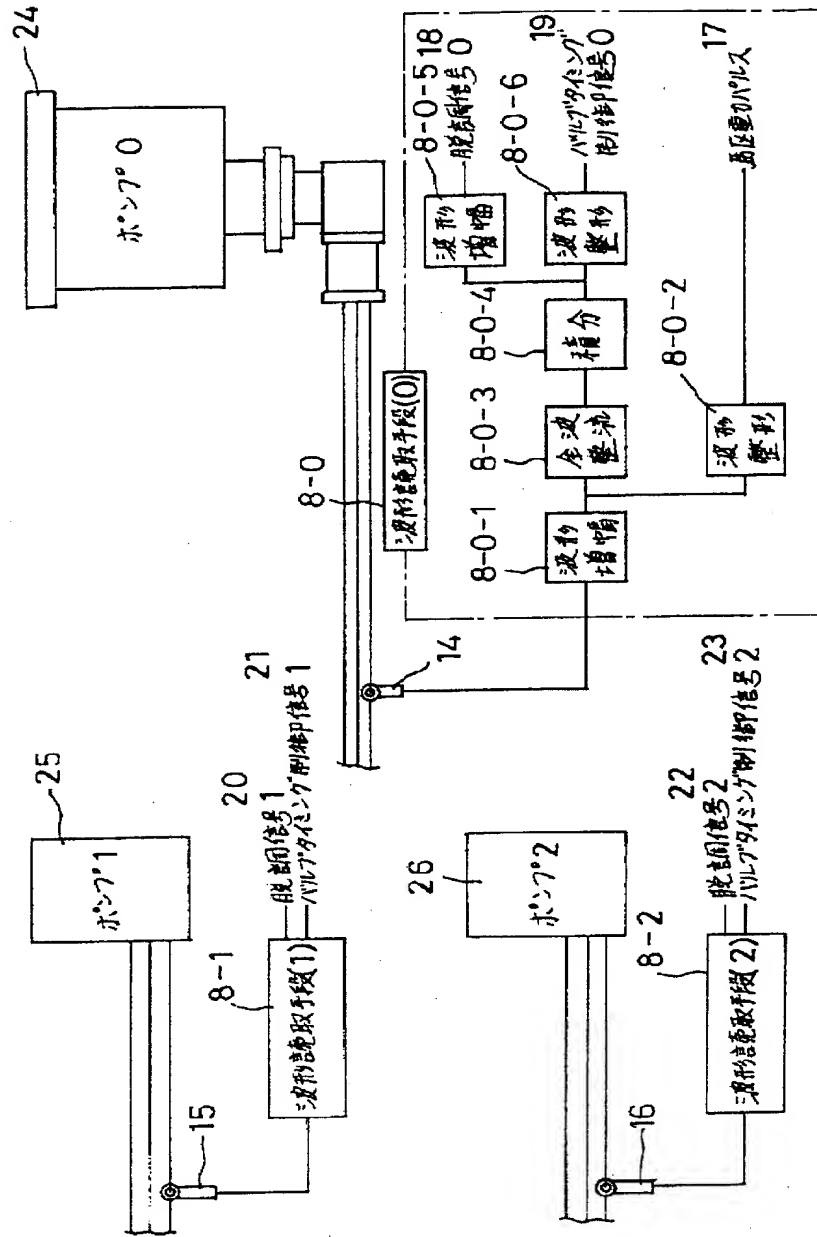


【図3】





【図4】



[illegible]

【図6】

